

L-4

流水式超音波洗浄のための 27 kHz 用超音波振動源の開発

Development of Ultrasonic vibration source of 27 kHz for running water type ultrasonic cleaning

○保坂英宣¹, 内山真乃介², 浅見拓哉³, 三浦 光³*Hidenobu Hosaka¹, Shinnosuke Uchiyama², Takuya Asami³, Hikaru Miura³

Abstract: Unevenness occurs in ultrasonic cleaning for the low frequency range, and some of them are not able to be cleaned enough due to their different sizes and complex shapes. An ultrasonic washing machine was created. This machine was tested in two approaches. One is a case of no ultrasonic irradiation in running water. Another is a case of ultrasonic irradiation in running water. Based on the result of the tests, it was proved that washing in the case of ultrasonic irradiation in running water was more efficient to clean compared with the case of no ultrasonic irradiation.

1. はじめに

近年、超音波洗浄はあらゆる分野で微細な汚れの洗浄から脱脂洗浄まで、さまざまな汚れを落とす洗浄方法として多くの研究室や工場などにおいて利用されている^[1].

一般的な超音波洗浄は、洗浄液が入った水槽に超音波振動を加えて洗浄物を入れ、洗浄を行うものである。この方法は洗浄液中に発生するキャビテーションが主に汚れの除去に関与するとされている。しかし、洗浄物の大きさや形状によっては水槽に入らないものもある^{[2][3]}.

本研究では、このような洗浄物の洗浄のために、流水中に超音波を重畳する流水式超音波洗浄について検討することを目的とする。

本稿では、本装置を試作し、流水中に超音波を照射させた場合と、流水中に超音波照射させない場合とについて、洗浄効果の比較検討を行った。

2. 超音波振動源

Figure 1 は本検討で用いた超音波振動源の概略図である。超音波振動源は、直径 40 mm、長さ 90 mm の 27 kHz 用ボルト締めランジュバン型振動子 (D4427PC, 本多電子) に、全長 87.5 mm のフランジ一体型ステップホーン (振動拡大比 2) を取りつけた構造となっている。

超音波振動源の共振特性を検討するため、アドミタンスの測定をインピーダンスアナライザ (ZGA5920, NF) を用いて行った。測定条件は駆動電圧 1 V_{rms} 一定として行った。Figure 2 はその結果である。図は縦軸にサセプタンスを横軸にコンダクタンスをとっている。共振周波数は 26.3 kHz であり、コンダクタンスは 44.6 mS、Q 値は 674 であった。

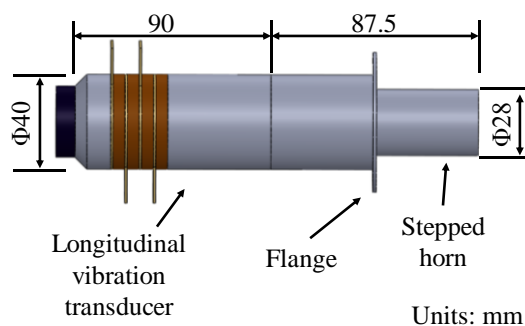


Figure 1. Ultrasonic vibration source.

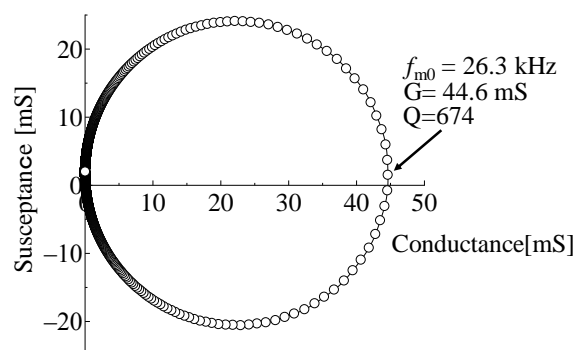


Figure 2. Free admittance loops.

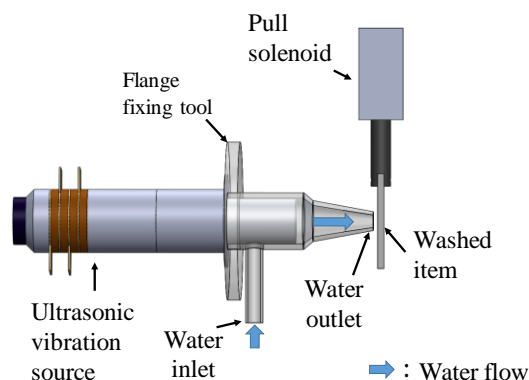


Figure 3. Experimental device.

3. 流水式超音波洗浄の実験方法

Figure 3 は流水式超音波洗浄装置の概略である。超音波振動源は、キャビテーション気泡が水路中に留まること、アクリル内に水を満たすことを配慮し、先端を地面に対して約 30° 傾けた。洗浄時間の自動制御を行うためにプルソレノイド (CA1257, タカハ機工) を使用し、その先端に洗浄物を取り付け洗浄物の污垢が流水に当たる場合、当たらない場合を制御して、洗浄実験を行った。洗浄液は水道水を使用した。水の供給はバスポンプ (NAKASA, NP-50) と電圧調整器 (東京精電気, T-2430) を用いた。流路は Figure 3 の青い矢印で示し流入口から水を流入し超音波振動源を介して、洗浄物にあたる構造となっている。

Figure 4 は本検討で用いた板に洗浄物である污垢を付けた様子を示す。板の大きさは、縦 60 mm, 幅 60 mm の発砲スチロール板である。洗浄物である污垢は、黒色の絵具 (水性) とした。また污垢量は 0.15 ± 0.05 g とした。この時、Figure 3 の様に洗浄物は放出口に出来るだけ近くかつ、超音波振動源の振動面と洗浄物が平行になるように設置した。

4. 流水式超音波洗浄の実験結果

洗浄条件は、洗浄時間 30 s, 流量 10 ml/s, 電力 50 W とし各 10 回行った。

洗浄率の評価方法は、重量法によって求めた。算出には式 (1) を用いた^[4]。

$$\text{洗浄率} = \frac{(W_s - W_w)}{W_s} \times 100 \quad (\%) \quad (1)$$

ここで、 W_s : 洗浄前の污垢量, W_w : 洗浄後の污垢量である。なお重量は洗浄物を 24 時間以上自然乾燥させた後、電子天秤 (ザルトリウス, BJ150S) を用いて測定を行った。

Figure 5 は流水式超音波洗浄機で流水中に超音波を照射した場合と流水中に超音波照射なしの場合での洗浄結果である。図は縦軸に洗浄率をとり、横軸に左から超音波照射なし、超音波照射ありの結果である。また黒色のプロットが超音波照射なし、赤色のプロットが超音波照射ありである。各色で囲まれた白ぬきの丸は、それぞれの平均洗浄率を示している。

この結果より、流水中に超音波照射なしの場合の洗浄率は 13.1~23.7%, 平均洗浄率は 18.8% であった。それに対し、流水中に超音波照射ありの洗浄率は 23.6~57.32%, 平均洗浄率は 34.3% であった。これらの結果より、流水中に超音波振動を照射した場合は、超音波照射なしの場合に比べて、約 2 倍の洗浄効果が高いこと

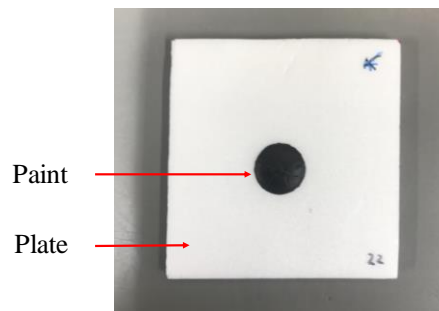


Figure 4. Washed item.

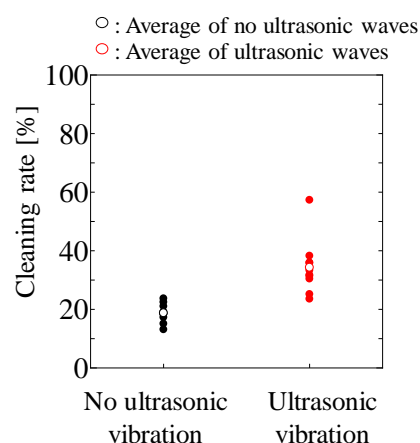


Figure 5. Relationship between cleaning rate and Ultrasonic vibration.

がわかった。

5. おわりに

本検討では、作成した超音波流水洗浄装置で流水中に超音波照射なしの場合と流水中に超音波を照射した場合で洗浄効果の比較検討を行った。その結果、流水中に超音波照射を行ったときの方が、洗浄効果が高い結果が得られた。

本研究の一部は JSPS 科研費 18k11700 の助成を受けたものである。

6. 参考文献

- [1] 森 榮司:「強力超音波技術」, pp.232-233, 1987.3.
- [2] 佐野 貢:「低周波超音波洗浄機 (50 kHz 未満)」, 超音波 TECHNO, Vol.20, No.2, pp39-40, 2008.3.
- [3] 田川 由美子:後藤 景子:「超音波を用いた洗浄における周波数および照射方向の検討」, Jpn, Res, Assn, Vol.57, No.7, 2007
- [4] 尾畑 納子:「洗浄性能の評価方」, SEN'I GAKKAISHI (繊維と工業), Vol.61, No.9, 2005.